

3100000011397

**TUGAS AKHIR (ME 4704)**

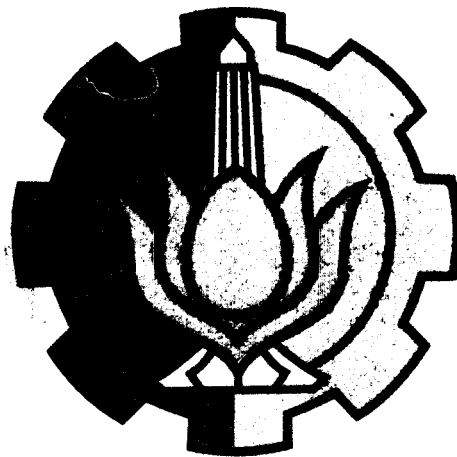
**TEKNIK PRODUKSI**

**ANALISA RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM,  
SUDUT GESER DAN GAYA POTONG DENGAN  
SISTEM PEMOTONGAN TERPUTUS PADA BAJA St.42**

RSM  
671.53  
Hak  
a-1  

---

1997



Oleh :

**ARIEF LUQMAN HAKIM**

**NRP : 2193030015**

**PROGRAM STUDI D3-TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**1997**



**ANALISA RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM,  
SUDUT GESER DAN GAYA POTONG DENGAN  
SISTEM PEMOTONGAN TERPUTUS PADA BAJA St.42**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin  
Bidang Studi Teknik Produksi  
Program Studi D3-Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing**



**Ir. Sugijantono**  
**NIP. 131.618.499**

**SURABAYA  
Pebruari, 1997**



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, bahwa penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh untuk dikatakan sempurna, baik dalam materi maupun susunannya.

Untuk itu Penulis juga mengharapkan saran-saran dan kritik yang dapat membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ketua Program D3-Teknik Mesin, Bapak Dr. Ir. Soeharto, DEA.
2. Koordinator Tugas Akhir, Bapak Ir. Edy W, MSc.
3. Dosen Pembimbing, Bapak Ir. Soegijantono.
4. Staf dan karyawan laboratorium D3-Teknik Mesin ITS.
5. Rekan-rekan sesama mahasiswa D3-Teknik Mesin.
6. Bapak, Ibu dan adik yang telah memberikan dorongan moril, materi dan saran pelaksanaan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis sendiri pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, Februari 1997

Penulis

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Gambar .....	v
Daftar Tabel .....	vi
Abstraksi .....	vii
 BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Metodologi Penelitian .....	2
1.4 Batasan Permasalahan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
 BAB II : DASAR TEORI	
2.1 Proses Permesinan .....	6
2.2 Elemen Dasar Permesinan .....	7
2.3 Komponen Gaya Pembentukan Geram .....	10
2.4 Sudut Geser dan Rasio Pemampatan Tebal Geram .....	12
2.5 Gaya dan Daya Potong Teoritik .....	15
2.6 Gaya Potong Empirik .....	16
 BAB III : METODE ANALISA STATISTIK	
3.1 Rancangan Eksperimen .....	19

3.2 Regresi Linear Sederhana Y atas X .....	19
3.3 Pengujian Keberartian Model Regresi .....	21
3.4 Pengujian Koefisien Korelasi .....	23
<b>BAB IV : LANGKAH PERCOBAAN</b>	
4.1 Persiapan .....	24
4.1.a Benda Kerja .....	24
4.1.b Pengujian Benda Kerja .....	25
4.1.c Pahat Potong .....	25
4.1.d Mesin Perkakas .....	26
4.1.e Peralatan dan Material Penunjang Lainnya .....	27
4.1.f Persiapan Proses Pembubutan .....	27
4.2 Pelaksanaan Percobaan .....	27
4.3 Pengambilan Data .....	29
<b>BAB V : ANALISA DATA DAN PERCOBAAN</b>	
5.1 Tinjauan Umum .....	31
5.2 Analisa Sudut Geram ( $\gamma_0$ ) dengan Rasio Pemampatan Tebal Geram ( $\lambda h$ ) .....	32
5.3 Analisa Sudut Geram ( $\gamma_0$ ) dengan Sudut Geser ( $\phi$ ) .....	35
5.4 Analisa Rasio Pemampatan Tebal Geram ( $\lambda h$ ) dengan Sudut Geser ( $\phi$ ) .....	38
5.5 Analisa Sudut Geram ( $\gamma_0$ ) dengan Gaya Potong (F) .....	42
<b>BAB VI : HUBUNGAN RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM,</b>	

## SUDUT GESER, DAN GAYA POTONG

6.1 Analisa Grafik Pada Rasio Pemampatan Tebal Geram ( $\lambda_h$ )	46
6.2 Analisa Grafik Pada Sudut Geser ( $\phi$ ) .....	47
6.3 Analisa Grafik Rasio Pemampatan Tebal Geram ( $\lambda_h$ ) Terhadap Sudut Geser ( $\phi$ ) .....	49
6.4 Analisa Grafik Pada Gaya Potong (F) .....	50

## BAB VII : KESIMPULAN

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Proses Membubut .....	8
Gambar 2.2 Lingkaran Gaya Pemotongan (Lingkaran Merchant) .....	12
Gambar 2.3 Sudut Geser sebagai fungsi dari Rasio Pemampatan Tebal Geram .....	13
Gambar 2.4 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Pahat .....	16
Gambar 4.1 Gambar Benda Kerja .....	28
Gambar 6.1 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Rasio Pemampatan Tebal Geram .....	47
Gambar 6.2 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Sudut Geser .....	48
Gambar 6.3 Grafik Hubungan Rasio Pemampatan Tebal Geram dengan Sudut Geser .....	49
Gambar 6.4 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Gaya Potong .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Pasangan Data Pengamatan X dan Y .....	20
Tabel 3.2 Harga-harga yang Diperlukan untuk nilai a dan b .....	21
Tabel 3.3 Daftar Analisis Varians (ANAVA) Regresi Linear Sederhana ..	22
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan .....	25
Tabel 4.2 Panjang Geram hasil Pengukuran ( $L_c$ ) .....	30
Tabel 4.3 Rasio Pemampatan Tebal Geram ( $\lambda h$ ) .....	30
Tabel 4.4 Sudut Geser ( $\phi$ ) .....	30
Tabel 4.5 Gaya Potong ( $F$ ) .....	30



## ABSTRAKSI

*Untuk menghasilkan produk yang berkualitas perlu adanya pengetahuan tentang masing-masing fungsi baik pahat potong maupun mesin potongnya. Agar dalam pemilihan didapatkan hasil yang optimum perlu diadakan penelitian.*

*Rasio pemampatan tebal geram, Sudut geser dan Gaya potong adalah salah satu cara untuk mengetahui hal tersebut, karena dengan berubahnya Rasio pemampatan tebal geram, Sudut geser dan Gaya potong akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.*

*Penelitian dilakukan dengan kecepatan potong 300 rpm, gerak pemakanan 0,11 mm/rev dan dengan sudut geram yang bervariasi yaitu  $6^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ , dan  $25^{\circ}$ .*

*Dengan bantuan analisa statistik untuk mengolah data hasil percobaan, dapat diketahui suatu hubungan antara sudut geram dengan Rasio pemampatan tebal geram, Sudut geser, dan hubungan antara Rasio pemampatan tebal geram dengan Sudut geser. Yang menghasilkan suatu kesimpulan bahwa Rasio pemampatan tebal geram dipengaruhi oleh perubahan sudut geram yang nantinya akan mempengaruhi perubahan Sudut geser.*

*Dari perhitungan Gaya potong Empirik juga dapat disimpulkan bahwa Gaya potong juga mengalami perubahan dengan harapan akan mempengaruhi terhadap kualitas produk yang dihasilkan.*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG PERMASALAHAN**

Teknologi proses produksi dan manufaktur dewasa ini berkembang dengan pesat sekali dan ini dapat dirasakan dengan semakin kompleksnya produk-produk yang dihasilkan. Hal ini mendorong persaingan dikalangan industri untuk meningkatkan kualitas hasil produknya dan menurunkan biaya proses produksi. Suatu produk atau komponen yang akan dibuat diinginkan mempunyai karakteristik geometri yang ideal, tapi dalam prakteknya tidaklah mungkin terjadi. Hal ini disebabkan karena adanya penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada saat permesinan.

Dalam suatu proses permesinan, penyimpangan-penyimpangan yang terjadi diharapkan sekecil mungkin sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi geometri yang diinginkan. Setiap proses permesinan mempunyai ciri tertentu terhadap kualitas produk yang dihasilkan, karakteristik geometri memegang peranan penting dalam perencanaan permesinan yaitu yang berhubungan dengan gesekan, keausan dan ketahanan kelelahan. Oleh karena itu dimensi merupakan faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik fungsional (kekuatan, umur, perakitan, dan lain-lain) dari komponen mesin. Dengan kata lain kekuatan suatu mesin tergantung atas ketepatan dimensinya, makin halus semakin tinggi umur dari komponen tersebut.

Dimensi dipengaruhi oleh kondisi pemotongan, jenis dan geometri pahat, jenis benda kerja dan penggunaan cairan pendingin. Karena itu dalam pembahasan tugas akhir ini mengetengahkan masalah Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda_p$ ), Sudut geser ( $\phi$ ) dan Gaya potong Empirik ( $F$ ) dari proses permesinan di mesin bubut (lathe) yang pada akhirnya akan mempengaruhi dimensi produk yang dihasilkan.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui bagaimana hubungan dan pengaruh sudut geram terhadap Rasio pemampatan tebal geram dengan kecepatan potong ( $v$ ) dan gerak makan ( $f$ ) yang sama serta pengaruhnya terhadap Sudut geser, sebagai indikasi terhadap kemungkinan naiknya Gaya potong yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan oleh karena itu akan dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara sudut geram terhadap Rasio pemampatan tebal geram, dengan Sudut geser dan terhadap Gaya potong.

## 1.3 METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan data teknik dan data penunjang yang dibutuhkan agar dapat memecahkan masalah atau mencapai tujuan dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- a. Studi Literatur, dengan cara mempelajari literatur yang ada di Perpustakaan untuk mendapatkan teori penunjang.

- b. Studi Lapangan, dilakukan dengan melakukan percobaan permesinan mendapatkan data yang diinginkan.

#### **1.4 BATASAN PERMASALAHAN**

Karena dalam penelitian ini ada beberapa keterbatasan, baik dalam pemilihan metode percobaan, geometri pahat yang diteliti dan kondisi mesin yang dipakai, yang akan mengakibatkan kurang akuratnya hasil percobaan yang perlu dituliskan batasan-batasan yang meliputi :

1. Percobaan dilakukan dalam batasan kemampuan mesin yang ada di Lab. D-3 Teknik Mesin.
2. Pahat yang dipakai adalah pahat jenis HSS buatan Jepang.
3. Geometri pahat yang diteliti hanyalah sudut geram ( $\gamma_0$ ) dan geometri pahat yang lain dianggap konstan.
4. Pemotongan tanpa menggunakan cairan pendingin.
5. Pengaruh gaya yang ditimbulkan oleh alur sepanjang benda kerja diabaikan.
6. Kondisi pemotongan konstan,  $a = 0,85$  mm.
7. Material benda kerja yang dipakai adalah baja St. 42.
8. Pengukuran panjang geram menggunakan jangka sorong dengan media pembantu benang perak.

9. Penelitian dilakukan pada perhitungan  $\lambda_h$ ,  $\phi$  dan  $F$  dan hubungan Sudut geram terhadap Rasio pemampatan tebal geram, Sudutgeser dan Gaya potong serta hubungan antara Rasio Pemampatan tebal geram dengan sudut geser.
10. Umur pahat dan temperatur pemotongan tidak dibahas.

### 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini disusun sebagai berikut :

#### BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, tujuan, metodologi penelitian dan batasan masalah.

#### BAB II : DASAR TEORI

Dalam bab ini diuraikan teori proses pemotongan, elemen dasar permesinan komponen gaya pembentukan geram, Sudut geser, Rasio pemampatan tebal geram, dan Gaya potong teoritik dan empirik.

#### BAB III : METODE ANALISA STATISTIK

Dalam bab ini berisikan teori dasar mengenai analisa statistik percobaan.

#### BAB IV : PENELITIAN DAN DATA PERCOBAAN

Dalam bab ini berisikan mengenai spesifikasi peralatan yang digunakan, prosedur percobaan serta data-data hasil percobaan.

---

**BAB V : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini membahas dan menganalisa hasil yang diperoleh secara statistik.

**BAB VI : HUBUNGAN RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM, SUDUT  
GESER DAN GAYA POTONG**

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil analisa statistik dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan sudut geram dengan Rasio pemampatan tebal geram, dengan Sudut geser dan hubungan antara Rasio pemampatan tebal geram dengan Sudut geser serta hubungan sudut geram dengan Gaya potong.

**BAB VI : KESIMPULAN**

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dari data yang telah dianalisa.

---

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 PROSES PERMESINAN**

Suatu proses permesinan merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengubah suatu produk dengan cara memotong atau meraut dengan mesin perkakas. Proses ini terjadi akibat adanya gerak relatif pahat dengan benda kerja sehingga timbul geram dan secara bertahap benda kerja terbentuk sesuai dengan yang diinginkan.

Proses permesinan merupakan salah satu proses pemotongan logam dengan menggunakan pahat yang dipasang pada mesin perkakas. Dalam proses permesinan mengandung interaksi antar empat elemen yaitu pahat potong, mesin perkakas, pemegang benda kerja dan benda kerja itu sendiri.

Pahat yang dipasangkan pada mesin perkakas dan dapat merupakan salah satu dari berbagai jenis pahat atau perkakas potong yang disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Untuk sementara dapat diklasifikasikan dua jenis, yaitu :

- Pahat bermata potong tunggal (single point cutting tool)
- Pahat bermata potong jamak (multiple points cutting tool)

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dibedakan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (cutting movement) dan gerak makan (feeding

movement). Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses permesinan dapat dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan, yaitu :

1. Proses membubut (Turning)
2. Proses menggurdi (Drilling)
3. Proses mengefreis (Milling)
4. Proses menggerinda rata (Surface Grinding)
5. Proses menggerinda silindris (Cylindrical Grinding)
6. Proses menyekrap (Shaping, Planning)
7. Proses menggergaji atau memarut (Sawing, Broaching)

## 2.2 ELEMEN DASAR PERMESINAN

Elemen dasar dari proses membubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar 2.1 dan kondisi pemotongan proses bubut dapat ditentukan sebagai berikut :

- Benda Kerja ;  $d_0$  = diameter mula ; (mm)

$d_m$  = diameter akhir ; (mm)

$l_t$  = panjang pemotongan ; (mm)

- Pahat ;  $k_r$  = sudut potong utama ( $^{\circ}$ )

$\gamma_0$  = sudut geram ( $^{\circ}$ )

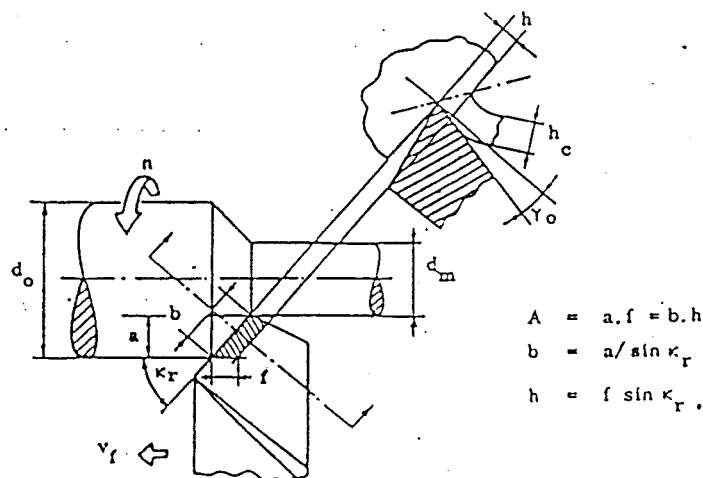
- Mesin bubut ;  $a$  = dalam pemotongan



$$= \frac{d_o - d_m}{2} \quad ; \text{ (mm)}$$

$f$  = gerak makan ; (mm/rev)

$n$  = putaran poros utama ; (rpm)



Gambar 2.1 Gambar Proses Membubut

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

1. Kecepatan potong ;  $V = \frac{\pi.d.n}{1000} \quad ; \text{ (m/min)}$

dimana,  $d$  = diameter rata-rata

$$= \frac{d_0 + d_m}{2} \quad ; \text{ (mm)}$$

2. Kecepatan makan ;  $V_f = f \cdot n$  ; (mm/min)

3. Waktu pemotongan ;  $t_c = \frac{l_t}{V_f}$  ; (min)

4. Kecepatan pembuangan geram ;  $Z = A \cdot V$

dimana,  $A$  = penampang geram sebelum terpotong

$$= f \cdot a \quad ; \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{maka, } Z = f \cdot A \cdot V \quad ; \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

Pada gambar 2.1 diperlihatkan sudut potong utama ( $k_r$ , principal cutting edge angle) yaitu merupakan sudut antara mata potong mayor ( $s$ , mayor cutting edge) dengan arah kecepatan makan  $V_f$ . Besarnya sudut tersebut ditentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin perkakas (orientasi pemasangannya). Untuk harga  $a$  dan  $f$  yang tetap maka sudut ini menentukan besarnya lebar pemotongan ( $b$ , width of cut) dan tebal geram sebelum terpotong ( $h$ , underformed chip thickness) sebagai berikut :

$$\text{- lebar pemotongan} \quad : b = \frac{a}{\sin k_r} \quad ; \text{ (mm)}$$

$$\text{- tebal geram sebelum terpotong} \quad : h = f \cdot \sin k_r \quad ; \text{ (mm)}$$

Dengan demikian penampang geram sebelum terpotong dapat dituliskan sebagai berikut :  $A = f \cdot A = b \cdot h$

## 2.3 KOMPONEN GAYA PEMBENTUKAN GERAM

Merchant memberikan suatu analisis mekanisme pembentukan geram yang teorinya berdasarkan model pemotongan tegak (orthogonal system). Sistem pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari sistem pemotongan miring (oblique system) dimana gaya dan komponennya hanya dianalisis pada suatu bidang. Beberapa faktor yang digunakan dalam analisis ini adalah :

- Mata potong pahat sangat tajam sehingga tidak menggosok atau menggaruk benda kerja
- Deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi
- Distribusi tegangan yang merata pada bidang geser
- Gaya aksi dan reaksi dari pahat terhadap geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen koppel)

Karena sistem gaya dipandang hanya dipandang pada satu bidang (bukan ruang), maka gaya total dapat dipecah menjadi dua komponen gaya yang saling tegak lurus. Tergantung dari cara pemisahan komponen, dalam hal ini dapat dikemukakan tiga cara yaitu :

1. Gaya total ( $F$ ) ditinjau terhadap proses deformasi material, dapat dipecah kedalam dua komponen :

$F_s$  = Gaya geser yang mendeformasikan material pada bidang geser sehingga melampaui batas elastis.

$F_n$  = Gaya normal pada bidang geser yang menyebabkan pahat tetap menempel pada benda kerja.

2. Gaya total (F) dapat diketahui arah dan besarnya dengan cara membuat dinamometer (alat ukur gaya, dimana pahat dipasang padanya dan alat tersebut dipasang pada mesin perkakas) yang mengukur dua komponen gaya :

$F_v$  = gaya potong, searah dengan kecepatan potong

$F_f$  = gaya makan, searah dengan kecepatan makan

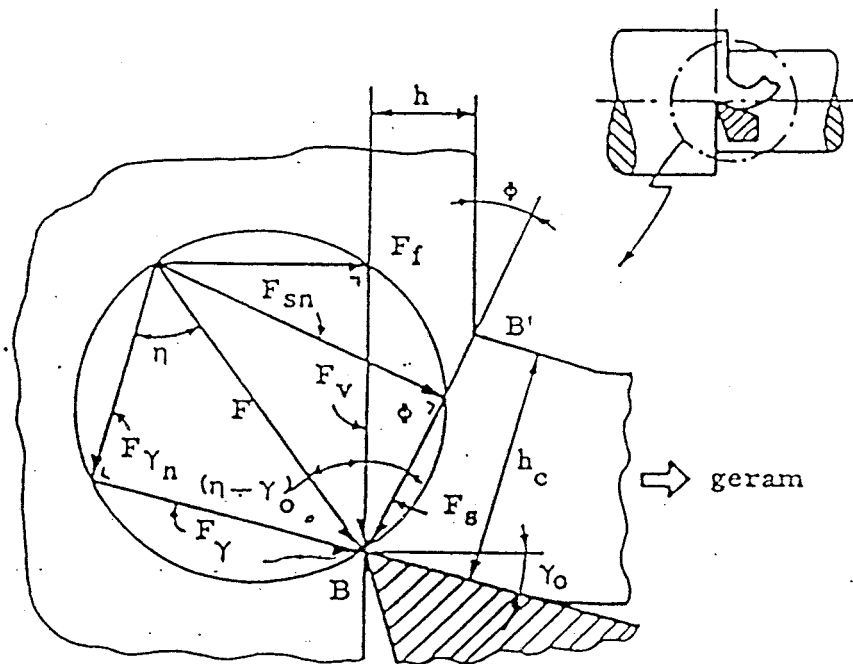
3. Gaya total (F) yang bereaksi pada bidang geram (Ay, face, bidang pada pahat dimana geram mengalir) dipecah menjadi dua komponen untuk menentukan koefisien gerak dari geram terhadap pahat.

$F_y$  = Gaya gesek pada bidang geram

$F_{yn}$  = Gaya normal pada bidang geram

Karena berasal dari gaya yang sama dapat dituliskan pada suatu lingkaran yang diameternya sama dengan gaya total (F) yang kemudian dikenal dengan istilah lingkaran Merchant.

Gambar lingkaran Merchant tersebut merupakan sistem gaya pada pemotongan orthogonal dan dalam prakteknya dapat didekati dengan menggunakan pahat dengan  $k_r = 90^\circ$  dan  $\lambda_s = 0^\circ$  (sudut miring, inclination angle) dengan kecepatan potong jauh lebih tinggi daripada kecepatan makan.



Gambar 2.2 Lingkaran Gaya pemotongan (Lingkaran Merchant)

#### 2.4. SUDUT GESER DAN RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM

Rasio pemampatan tebal geram adalah perbandingan tebal geram sesudah pemotongan dengan sebelum pemotongan ( $\lambda h$ ) harganya selalu lebih besar dari satu.

Rasio pemampatan tebal geram dapat dicari harganya berdasarkan geometri gambar 2.2, sebagai berikut :

$$BB' = h / \sin \phi$$

$$BB' = h_c / \sin (90^\circ - \phi + \lambda_o)$$

$$= h_c / \cos (\phi - \lambda_o)$$

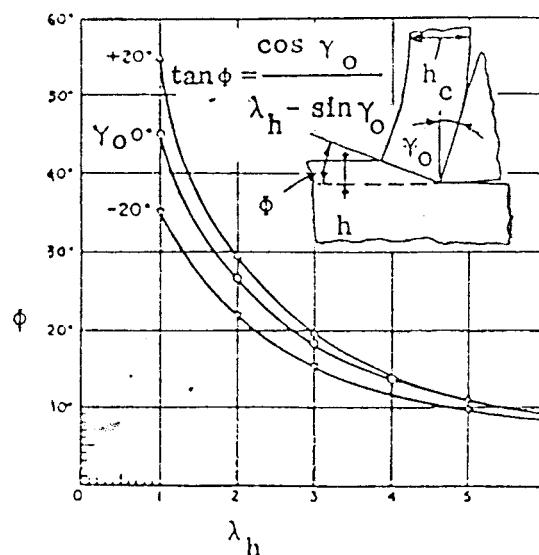
$$\text{maka, } \frac{h_c}{h} = \frac{\cos(\phi - \gamma_0)}{\sin \phi} = \lambda_h$$

Dari rumus diatas, dapat dicari harga sudut geser  $\phi$  berdasarkan pengukuran  $\lambda_h$

$$\begin{aligned} \text{yaitu : } \lambda_h &= \frac{\cos(\phi - \gamma_0)}{\sin \phi} \\ &= \frac{\cos \phi \cdot \cos \gamma_0 + \sin \phi \cdot \sin \gamma_0}{\sin \phi} \\ &= \frac{\cos \gamma_0 + \tan \phi \cdot \sin \gamma_0}{\tan \phi} \end{aligned}$$

$$\lambda_h \cdot \tan \phi = \cos \gamma_0 + \tan \phi \cdot \sin \gamma_0$$

$$\text{maka, } \tan \phi = \frac{\cos \gamma_0}{\lambda_h - \sin \gamma_0}$$



Gambar 2.3 Sudut Geser sebagai fungsi dari Rasio Pemampatan Tebal Geram

Jika sudut geram telah ditetapkan, maka sudut geser dapat dihitung dengan mengukur Rasio pemampatan tebal geram. Akan tetapi tebal geram tak dapat diukur secara langsung tanpa mengakibatkan kesalahan pengukuran, sebab :

- Permukaan geram relatif kasar, dan
- Geram tidak lurus karena dalam kenyataan bidang geser tidak lurus melainkan melengkung yang diakibatkan oleh distribusi tegangan yang tidak merata.

Untuk itu diperlukan pengukuran secara tidak langsung, yaitu dengan mengukur panjang geram. Apabila panjang pemotongan (L) ditetapkan (satu kali putaran benda kerja dalam proses membubut dimana terlebih dahulu pada diameter benda kerja diberi alur sempit sehingga geram akan terputus bila melewati alur tersebut, dan panjang geram ( $L_c$ ) diukur setelah dianil (annealed) dan diluruskan, maka Rasio pemampatan tebal geram dapat dicari sebagai berikut :

Untuk volume konstan dan tidak ada deformasi kearah samping,

Volume geram sebelum terpotong = Volume geram

$$b \cdot h \cdot L = b \cdot h_c \cdot L_c$$

maka,

$$\lambda_h = \frac{h_c}{h} = \frac{L}{L_c}$$

Rasio pemampatan tebal geram merupakan karakteristik dari proses pemesinan berarti dipengaruhi oleh material benda kerja, jenis pahat, sudut pahat, kecepatan potong, kecepatan makan dan pemakaian cairan pendingin. Dalam semua keadaan

diinginkan  $\lambda h$  yang sekecil mungkin (mendekati satu) karena hal ini akan memberikan keuntungan yang bertahap sebagai berikut :

- $\lambda h$  kecil akan menaikkan  $\phi$
- $\phi$  besar akan menurunkan  $F$
- $F$  kecil akan menurunkan  $\theta$  (temperatur pemotongan)

## 2.5 GAYA DAN DAYA POTONG TEORITIK

Berdasarkan analisis geometrik dari Lingkaran Merchant, gaya potong  $F_v$  dapat diturunkan rumus dasarnya sebagai berikut :

$$F_v = F \cdot \cos (n - \gamma_o)$$

$$F_s = F \cdot \cos (\phi + n - \gamma_o)$$

maka, 
$$F_v = \frac{F_s \cdot \cos(\eta - \gamma_o)}{\cos(\phi + \eta - \gamma_o)}$$

Gaya geser  $F_s$  dapat digantikan dengan penampang bidang geser dan tegangan geser yang terjadi padanya, sehingga :

$$F_s = A_{sk} \cdot \tau_{sk} \quad ; (N)$$

dimana :  $\tau_{sk}$  = tegangan geser pada bidang geser ; (N/mm<sup>2</sup>)

$A_{sk}$  = penampang bidang geser



$$= A / \sin \phi \quad ; \text{ (mm)}$$

A = penampang geram sebelum terpotong

$$= b \cdot h \quad ; \text{ (mm}^2\text{)}$$

Dengan demikian rumus gaya potong adalah :

$$F_v = \tau_s \cdot b \cdot h \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi + \eta - \gamma_0)} \quad ; \text{ (N)}$$

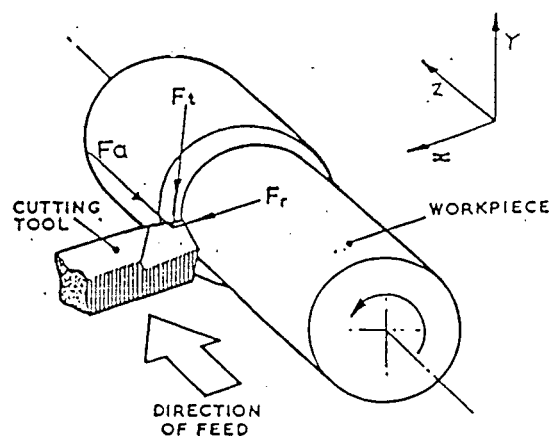
Berdasarkan rumus gaya potong tersebut maka dapat ditentukan daya potongnya, yaitu :

$$N_c = \frac{F_v \cdot V}{6000} \quad ; \text{ (kw)}$$

## 2.6 GAYA POTONG EMPIRIK

Karena adanya penyederhanaan dan anggapan yang mendasari penurunan rumus tersebut, maka jelas bahwa rumus teoritik ini tidak mungkin digunakan dengan leluasa didalam perencanaan proses permesinan yang sesungguhnya.

Gaya yang bekerja pada pahat yang sebenarnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Gaya-gaya yang bekerja pada pahat

Gaya F adalah resultan dari gaya-gaya yang bekerja pada pahat dan arahnya tergantung pada geometri pahat. Gaya F ini dapat diurai menurut sistem koordinat Cartesian menjadi sebagai berikut :

- Gaya tangensial (Gaya potong utama,  $F_v = F_y$ ) yang arahnya tangensial terhadap permukaan potong.
- Gaya aksial (Gaya pemakanan,  $F_z$ ) yang arahnya aksial terhadap benda kerja.
- Gaya radial  $F_x$  yang arahnya radial terhadap benda kerja.

Dengan memperhatikan rumus teoritis diatas dapat diperhatikan bentuk empiris, yaitu :

$$F_v = k_s \cdot A$$

dimana :  $F_v$  = gaya potong ; (N)

$k_s$  = gaya potong spesifik (specific cutting force) ; ( $N/mm^2$ )

$A = b \cdot h = a \cdot f$  = penampang geram sebelum terpotong ; ( $mm^2$ )

Bila kita bandingkan dengan rumus gaya potong teoritis, maka gaya potong spesifik dalam rumus empirik dipengaruhi oleh pahat (jenis dan geometrinya), benda kerja (jenis dan fisik atau pengerjaannya) dan kondisi pemotongan serta jenis proses permesinan yang dapat mempunyai ciri spesifik.

Korelasi antara  $k_s$  dengan variabel permesinan adalah :

$$k_s = k_{s1.1} \cdot h^{-1}$$

dimana :  $k_s$  = gaya potong spesifik ; ( $N/mm^2$ )

$k_{s\ 1.1}$  = gaya potong spesifik referensi ; ( $N/mm^2$ )

Merupakan harga  $k_s$  ekstrapolatif, yaitu untuk proses

permesinan dengan  $a \cdot f = 1.1 = 1\ mm^2$  dan berlaku bagi

sudut potong utama  $k_r = 90^\circ$ .

$h$  = tebal geram sebelum terpotong ; ( $mm^2$ )

$z$  = pangkat tebal geram ; rata-rata berharga = 0,2

Bila faktor koreksi kita masukkan secara lengkap maka rumus pendekatan yang sering digunakan dalam praktek adalah :

$$k_s = k_{s\ 1.1} \cdot f^{-z} \cdot C_k \cdot C_\gamma \cdot C_{VB} \cdot C_v$$

dimana :  $k_{s\ 1.1}$  = gaya potong spesifik referensi ; ( $N/mm^2$ )

$f$  = gerak pemakanan ; ( $mm/rev$ )

$z$  = pangkat tebal geram ; rata-rata berharga = 0,2

$C_k$  = faktor koreksi sudut potong utama

$C_\gamma$  = faktor koreksi sudut geram

$C_{VB}$  = faktor koreksi keausan tepi (VB)

$C_v$  = faktor koreksi kecepatan potong (V)

(Faktor koreksi diatas dapat dilihat pada Lampiran)

---

## **BAB III**

### **METODE ANALISA STATISTIK**

#### **3.1 RANCANGAN EKSPERIMEN**

Rancangan penelitian merupakan suatu rancangan yang diatur sedemikian rupa. Sehingga informasi yang berkaitan dengan masalah dapat dianalisa dengan statistik. Tujuan daripada rancangan penelitian ini adalah untuk memperoleh data atau informasi yang sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian sehingga data yang diperoleh tidak sia-sia.

Eksperimen yang dilakukan disini adalah eksperimen dengan grafik data pengamatan yang dapat digambarkan menggunakan sumbu datar X dan sumbu tegak Y. Maka kita akan berhadapan dengan eksperimen yang menyatakan masing-masing hubungan antara X dan Y dengan model persamaan yang ditentukan.

#### **3.2 REGRESI LINEAR SEDERHANA Y ATAS X**

Analisa regresi digunakan untuk menyajikan perilaku hubungan antara varieabel yang ada atau diduga ada dalam suatu hubungan tertentu. Tujuan analisa regresi ini digunakan untuk memberikan dasar yang lebih kuat dan agar pembahasan selanjutnya dapat lebih lancar.

Model regresi linear sederhana menjelaskan peubah respon atas peubah prediktor. Secara umum fungsi linear model regresinya dapat dituliskan sebagai berikut  $\hat{Y} = a + b X$ . Y menyatakan peubah respon dan X menyatakan peubah prediktor.

Pasangan data yang diperlukan untuk menghitung a dan b disiapkan dalam bentuk Tabel Pasangan data pengamatan X dan Y.

Responden	X	Y
1	X1	Y1
2	X2	Y2
.	.	.
.	.	.
n	Xn	Yn

Tabel 3. 1 Tabel Pasangan data Pengamatan X dan Y

Koefisien a dan b dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y).(\sum X^2) - (\sum X).(\sum XY)}{n.\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n.\sum XY - (\sum X).(\sum Y)}{n.\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Dari rumus tersebut data yang ada dalam hasil penelitian perlu disusun dalam tabel 3.2 sehingga besaran-besaran yang ada dalam rumus tersebut dapat diperoleh dalam tabel tersebut.

Responden	X	Y	$X^2$	XY	$Y^2$
1	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
n	.	.	.	.	.
Jumlah	$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma X^2$	$\Sigma XY$	$\Sigma Y^2$

Tabel 3.2 Harga-harga yang diperlukan untuk nilai a dan b

### 3.3 PENGUJIAN KEBERARTIAN MODEL REGRESI

Pemeriksaan keberartian model regresi dapat dilakukan dengan pengujian hipotesis nol bahwa koefisien-koefisien regresi tidak berarti melawan hipotesis tandingan bahwa koefisien-koefisien regresi berarti.

Menggunakan data yang disusun seperti Tabel 3.2 uji keberartian dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung Jumlah kuadrat-kuadrat (JK), yaitu sumber variasi untuk total, koefisien (a), regresi (b/a), dan sisa. Rumus yang digunakan adalah :

$$JK(T) = \Sigma Y^2$$

$$JK(a) = \frac{(\Sigma Y)^2}{n}$$

$$JK(b/a) = \frac{n \cdot \Sigma XY - (\Sigma X) \cdot (\Sigma Y)}{n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$JK(S) = JK(T) - JK(a) - JK(b/a)$$

Besaran Jumlah kuadrat-kuadrat yang diperoleh disusun dalam daftar yang disebut *daftar analisis varians (ANOVA)*.

Sumber Varians	dK	JK	KT	F
<b>T o t a l</b>	n	$\Sigma Y^2$	$\Sigma Y^2$	
<b>Koefisien (a)</b>	1	JK (a)	JK (a)	
<b>Regresi (b/a)</b>	1	JK (b/a)	$s^2_{reg} = JK(b/a)$	$\frac{s^2_{reg}}{s^2_{sis}}$
<b>Sisa</b>	n-2	JK (S)	$s^2_{sis} = \frac{JK(S)}{n-2}$	

Tabel 3.3 Daftar Analisis Varians (ANOVA) Regresi Linear Sederhana

Untuk menguji hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti melawan hipotesis tandingan bahwa koefisien arah regresi berarti digunakan statistik  $F = s^2_{reg} / s^2_{sis}$  dan selanjutnya digunakan distribusi F beserta tabelnya dengan dK

pembilang 1 dan dK penyebut (n-2). Dengan kriteria tolak hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti jika  $F \text{ statistik} > F \text{ tabel}$ .

### 3.4 PENGUJIAN KOEFISIEN KORELASI

Kadar hubungan antara X dan Y dapat dicari dengan menggunakan statistik yaitu koefisien korelasi (r) dengan menggunakan rumus :

$$r^2 = \frac{JK(TD) - JK(S)}{JK(TD)}$$

dimana :  $JK(TD) = JK(T) - JK(a)$

Untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi dalam Y dapat dijelaskan oleh X melalui regresi Y atas X atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan t statistik dengan t tabel dengan dK pembilang satu dan dK penyebut n-2. t statistik dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0: \rho=0$ , bahwa variasi dalam Y tidak dapat dijelaskan oleh X melawan hipotesis tandingan  $H_1: \rho \neq 0$  bahwa variasi dalam Y dapat dijelaskan oleh X. Dengan kriteria, tolak  $H_0$  jika t dari penelitian lebih besar daripada t daftar.



---

## **BAB IV**

### **LANGKAH PERCOBAAN**

Langkah-langkah percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain.

**1. Persiapan :**

- Benda kerja
- Pahat
- Peralatan
- Proses percobaan

**2. Pelaksanaan percobaan**

**3. Pengukuran dan pengambilan data**

**4. Pengolahan data**

#### **4.1 PERSIAPAN**

Persiapan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini untuk mengurangi terjadinya kesalahan dan penghentian percobaan yang terlalu lama yang memungkinkan terjadinya perubahan kondisi yang berkaitan dengan berlangsungnya percobaan.

##### **4.1.a Benda Kerja**

Benda kerja yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

- Bentuk       = Diameter pejal
- Panjang      = 165 mm

- Diameter = 48,20 mm

#### 4.1.b Pengujian Benda Kerja

Pada tugas akhir ini pengujian benda kerja hanya pengujian kekerasan saja. Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap pemotongan atau pengeboran - mampu mesin dan dengan pengujian kekerasan permukaan ini kita bisa mengetahui kekuatan tarik maximumnya dengan menggunakan rumus korelasi antara kekuatan tarik dengan kekerasan yang ada pada lampiran. Dengan menggunakan mesin uji dalam skala Vickers dan  $F = 30$  kg didapat hasil sebagai berikut :

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HV	181	184	184	180	195	190	193	181	190	184

Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan

Dari data diatas didapat harga kekerasan rata-rata benda kerja adalah = 186,2 HV. Berdasarkan tabel hubungan antara kekerasan bahan dengan kekuatan tarik maka didapat tegangan ultimatanya adalah  $\sigma_u = 596,2 \text{ N/mm}^2$ .

#### 4.1.c Pahat Potong

Spesifikasi pahat yang dipakai adalah :

- Jenis = HSS
- Merk = Diamond

- Buatan = Japan
- Sudut potong utama ( $\kappa_r$ ) =  $90^\circ$
- Sudut Miring =  $0^\circ$
- Radius pojok ( $r_\epsilon$ ) = 0,8 mm

Pengasahan pahat dilakukan di Laboratorium D3 Teknik Mesin. Dengan geometri pahat seperti sudut potong utama ( $\kappa_r$ ), sudut miring dan radius pojok yang sama dengan sudut geram ( $\gamma_o$ ) bervariasi yaitu :

$$\gamma_1 = 6^\circ ; \quad \gamma_2 = 10^\circ ; \quad \gamma_3 = 15^\circ ; \quad \gamma_4 = 20^\circ ; \quad \gamma_5 = 25^\circ$$

#### 4.1.d Mesin Perkakas

Mesin perkakas yang digunakan adalah mesin bubut yang ada pada Lab. D3 Teknik Mesin FTI-ITS.

Data-data dari mesin bubut tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Merk : DASHIN LATES
- b. Putaran spindle (n) : 1200, 840, 520, 300, 320, 230,  
140, 80: rpm
- c. Daerah kerja pemakanan (f) : 0,10 sampai dengan 1,4 mm/rev
- d. Daya kerja motor listrik : 1400 watt = 1,4 kwatt

---

#### 4.1.e Peralatan dan Material Penunjang Lainnya

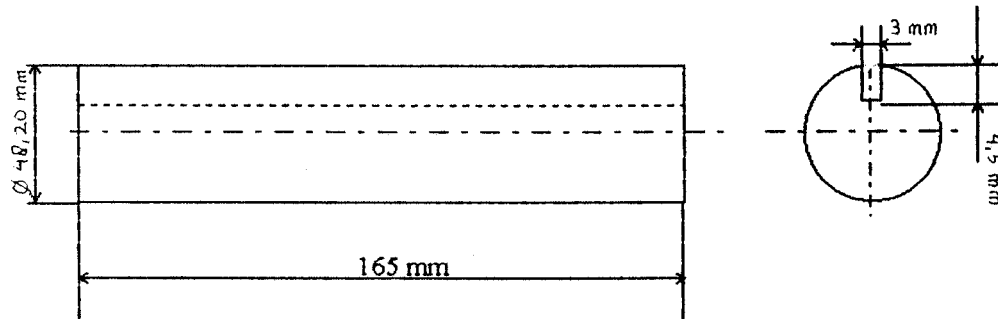
- a. Jangka sorong : Mengukur diameter benda kerja sebelum dan sesudah pemotongan serta pengukuran panjang geram yang terjadi dengan bantuan benang perak.
- b. Penjepit : Sebagai alat bantu (pemegang) pada saat mengukur panjang geram.

#### 4.1.f Persiapan Proses Pembubutan

Pada awalnya sebelum proses pembubutan sebenarnya dilakukan, benda kerja mula-mula dipotong dengan gergaji sepanjang 165 mm kemudian benda kerja dibubut kedua ujungnya (diratakan) serta permukaannya, hingga kira-kira mencapai ketebalan benda kerja 48,20 mm. Langkah selanjutnya pembuatan alur sepanjang benda kerja dengan bantuan mesin sekrup dengan ketebalan pahat 3 mm.

Dengan adanya alur sepanjang benda kerja ini maka setiap kali putaran geram akan terputus, sehingga untuk menghitung Rasio pemampatan tebal geram adalah keliling lingkaran - 3 dibanding dengan panjang hasil pengukuran geram. Langkah selanjutnya benda kerja yang panjangnya 165 mm dipasang pada mesin bubut dan dicenter. Diameter awal benda kerja yang akan digunakan percobaan adalah 48,20 mm.

Pada mesin bubut terutama daerah jatuhnya geram terlebih dahulu dibersihkan untuk memperoleh geram yang diinginkan yang tidak bercampur dengan geram lain dan panjang pemotongan tiap percobaan adalah 15 mm.



Gambar 4.1 Gambar Benda Kerja

#### 4.2 PELAKSANAAN PERCOBAAN

Setelah segala persiapan selesai dilakukan maka proses pembubutan dilakukan dan panjang geram hasil pemotongan diukur dengan jangka sorong dengan bantuan benang perak.

Pada percobaan ini proses pemotongan dilakukan dengan memvariasikan sudut geram ( $\gamma_o$ ) sebanyak 5 variasi, dengan kecepatan potong, gerak makan dan dalam pemotongan yang sama.

$$V = 44,6 \text{ m/min}$$

$$f = 0,11 \text{ mm/rev}$$

$$a = 0,85 \text{ mm}$$

dan sudut geram ( $\gamma_o$ ) yang bervariasi :

$$\gamma_1 = 6^\circ$$

$$\gamma_4 = 20^\circ$$

$$\gamma_2 = 10^\circ$$

$$\gamma_5 = 25^\circ$$

$$\gamma_3 = 15^\circ$$

Sehingga akan didapat 5 proses pemotongan.

#### 4.3 PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data atas pengukuran panjang geram hasil pemotongan dilakukan dengan menempelkan benang secara berurutan dengan bantuan 3 buah penjepit dari ujung yang satu sampai ujung yang lain. Kemudian benang dibentangkan dan ukur panjangnya dengan jangka sorong. Tabel dibawah menunjukkan hasil percobaan dengan kondisi pemotongan tiap percobaan sama yaitu  $V = 44,6 \text{ mm/min}$  dan  $f = 0,11 \text{ mm/rev}$ . Adapun cara pengukuran Rasio pemampatan tebal geram, adalah sebagai berikut, karena adanya alur sepanjang benda kerja maka setiap putaran geram akan

putus :

$$\lambda_h = \frac{L}{L_c}$$

dimana :  $L$  = keliling lingkaran -3 ; mm

$L_c$  = panjang geram ; mm

Tabel 4.2 Panjang Geram hasil pengukuran ( $L_c$ )

$\gamma_o$ (°)	6	10	15	20	25
$L_c$ (mm)	40,10	46,10	53,35	61,45	73,20

Tabel 4.3 Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda h$ )

$\gamma_o$ (°)	6	10	15	20	25
$\lambda h$	3,708	3,225	2,794	2,412	2,03

Tabel 4.4 Sudut Geser ( $\phi$ )

$\gamma_o$ (°)	6	10	15	20	25
$\phi$ (°)	15,43	17,90	20,81	24,42	29,51

Tabel 4.5 Gaya Potong (F)

$\gamma_o$ (°)	6	10	15	20	25
F (N)	278,5	276,84	271,39	264,96	257,54

## BAB V

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 TINJAUAN UMUM

Pada setiap penelitian yang dilakukan, pada akhirnya akan diperoleh data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Data-data yang diperoleh akan dianalisa dengan menggunakan suatu metode tertentu sehingga dapat diambil suatu kesimpulan yang tepat.

Pengolahan analisa data dari hasil percobaan yang dilakukan adalah membuat model regresi hubungan antara Sudut geram ( $\gamma$ ) dengan Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda h$ ), Sudut geser ( $\phi$ ) dan Gaya potong, serta hubungan antara Rasio pemampatan tebal geram dengan Sudut geser, dimana model regresinya sebatas data hasil percobaan.

Secara umum model regresinya diasumsikan fungsi sebagai berikut :

$\hat{Y} = a + bx$  , untuk masing-masing hubungan. Dimana untuk mengestimasi koefisien a dan b dengan menggunakan model analisa regresi. Setelah didapat arah regresinya kemudian dapat diuji koefisien korelasinya.



## 5.2 ANALISA SUDUT GERAM ( $\gamma_0$ ) DENGAN RASIO PEMAMPATAN

### TEBAL GERAM ( $\lambda_h$ )

#### Model Regresi

Responden	X ( $\gamma_0$ )	Y ( $\lambda_h$ )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	6°	3,708	36	13,75	18,54
2	10°	3,225	100	10,40	32,25
3	15°	2,794	225	7,81	41,91
4	20°	2,412	400	5,82	48,24
5	25°	2,03	625	4,12	50,75
<b>Jumlah</b>	<b>76</b>	<b>14,169</b>	<b>1386</b>	<b>41,9</b>	<b>191,69</b>

Secara umum model regresi linear sederhana Y atas X, dengan nilai koefisien sebagai

berikut :

$$a = \frac{(\sum Y) \cdot (\sum X^2) - (\sum X) \cdot (\sum XY)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= 4,39$$

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= -0,08$$

Dengan koefisien a dan b diketahui, maka regresi linear sederhana Y atas X berbentuk

$$\hat{Y} = 4,39 - 0,08 X$$

Uji Keberartian Model Regresi

Model regresi yang telah kita bahas perlu kita uji keberartiannya dengan menggunakan analisa varians regresi, untuk mengetahui apakah model regresi dapat diterima atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan F statistik dengan F tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0$ , bahwa koefisien arah regresi tidak berarti melawan hipotesis tandingan  $H_1$ , bahwa koefisien arah regresi berarti. Dengan kriteria, tolak hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti jika  $F \text{ statistik} > F \text{ tabel}$ .

Terlebih dahulu dihitung JK(T), JK(a), JK(b/a), dan JK(S) yang selanjutnya dibuat daftar analisis varians (ANAVA).

$$JK(T) = 41,9$$

$$JK(a) = 40,13$$

$$JK(b/a) = 1,72$$

$$JK(S) = 0,05$$

Sumber Varians	dK	JK	KT	F
Total	5	41,9		
Koefisien (a)	1	40,13		
Regresi (b/a)	1	1,72	1,72	102,9
Sisa	3	0,05	0,0167	

Daftar ANAVA untuk Regresi  $\hat{Y} = 4,39 - 0,08 X$

Dengan taraf nyata 0,05 maka untuk menguji hipotesis nol dari daftar distribusi F dengan dK pembilang satu dan dK penyebut 3 diperoleh  $F = 10,13$ .

Tampak bahwa hipotesis nol ditolak (karena F dari penelitian lebih besar daripada F tabel). Jadi koefisien arah regresi nyata sifatnya sehingga regresi yang kita peroleh adalah berarti.

#### Uji Koefisien Korelasi

Kadar hubungan antara X dan Y dengan menggunakan statistik yaitu dengan koefisien korelasi ( $r$ ). Koefisien korelasi  $r$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$r^2 = \frac{JK(TD) - JK(S)}{JK(TD)}$$

diperoleh :  $r^2 = 0,972$

$$r = 0,986$$

Untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi dalam Y dapat dijelaskan oleh X melalui regresi Y atas X atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan  $t$  statistik dengan  $t$  tabel ( $5\% ; 1 ; n-2$ ). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0: \rho=0$ , bahwa variasi dalam Y tidak dapat dijelaskan oleh X melawan hipotesis tandingan  $H_1: \rho \neq 0$ , bahwa variasi dalam Y dapat dijelaskan oleh X. Dengan kriteria, tolak  $H_0$  jika  $t$  dari penelitian lebih besar dari  $t$  daftar, dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$|t| = 10,23$$

Untuk taraf nyata 0,05 dan  $dk = 3$  dari daftar distribusi t diperoleh  $t = 2,35$  yang jauh lebih kecil dari  $|t| = 10,23$  yang diperoleh dari penelitian. Ini berarti  $H_0: \rho=0$  ditolak dan disimpulkan bahwa variasi dalam peubah Y dapat dijelaskan oleh peubah X melalui regresi  $\hat{Y} = 4,39 - 0,08 X$ .

### 5.3 ANALISA SUDUT GERAM ( $\gamma_0$ ) DENGAN SUDUT GESER ( $\phi$ )

#### Model Regresi

Responden	X ( $\gamma_0$ )	Y ( $\phi$ )	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	6°	15,43	36	238,085	92,58
2	10°	17,90	100	320,41	179,0
3	15°	20,81	225	433,056	312,15
4	20°	24,42	400	596,336	488,40
5	25°	29,51	625	870,84	737,75
<b>Jumlah</b>	<b>76</b>	<b>108,07</b>	<b>1386</b>	<b>2458,73</b>	<b>1809,88</b>

Nilai koefisien dari model regresi linear adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y).(\sum X^2) - (\sum X).(\sum XY)}{n.\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= 10,6$$

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$
$$= 0,72$$

Dengan demikian a dan b diketahui, maka regresi linear sederhana Y atas X berbentuk

$$\hat{Y} = 10,6 + 0,72 X$$

#### Uji Keberartian Model Regresi

Model regresi yang telah kita bahas perlu kita uji keberartiannya dengan menggunakan analisa varians regresi, untuk mengetahui apakah model regresi dapat diterima atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan F statistik dengan F tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0$ , bahwa koefisien arah regresi tidak berarti melawan hipotesis tandingan  $H_1$ , bahwa koefisien arah regresi berarti. Dengan kriteria, tolak hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti jika  $F \text{ statistik} > F \text{ tabel}$ .

Terlebih dahulu dihitung  $JK(T)$ ,  $JK(a)$ ,  $JK(b/a)$ , dan  $JK(S)$  yang selanjutnya dibuat daftar analisis varians (ANOVA).

$$JK(T) = 0,72$$

$$JK(a) = 2335,825$$

$$JK(b/a) = 120,398$$

$$JK(S) = 2,507$$

Sumber Varians	dK	JK	KT	F
Total	5	2458,73		
Koefisien (a)	1	2335,825		
Regresi (b/a)	1	120,398	120,398	144,017
Sisa	3	2,507	0,836	

Daftar ANAVA untuk Regresi  $\hat{Y} = 10,6 + 0,72 X$

Dengan taraf nyata 0,05 maka untuk menguji hipotesis nol dari daftar distribusi F dengan dK pembilang satu dan dK penyebut 3 diperoleh  $F = 10,13$ .

Tampak bahwa hipotesis nol ditolak (karena F dari penelitian lebih besar daripada F tabel). Jadi koefisien arah regresi nyata sifatnya sehingga regresi yang kita peroleh adalah berarti.

#### Uji Koefisien Korelasi

Kadar hubungan antara X dan Y dengan menggunakan statistik yaitu dengan koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi r dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$r^2 = \frac{JK(TD) - JK(S)}{JK(TD)}$$

diperoleh :  $r^2 = 0,979$

$$r = 0,98$$

Untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi dalam Y dapat dijelaskan oleh X melalui regresi Y atas X atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan t statistik dengan t tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0: \rho=0$  bahwa variasi

dalam Y tidak dapat dijelaskan oleh X melawan hipotesis tandingan  $H_1: \rho \neq 0$ , bahwa variasi dalam Y dapat dijelaskan oleh X. Dengan kriteria, tolak  $H_0$  jika  $t$  dari penelitian lebih besar dari  $t$  daftar, dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$|t| = 11,703$$

Untuk taraf nyata 0,05 dan  $dk = 3$  dari daftar distribusi  $t$  diperoleh  $t = 2,35$  yang jauh lebih kecil dari  $|t| = 11,703$  yang diperoleh dari penelitian. Ini berarti  $H_0: \rho=0$  ditolak dan disimpulkan bahwa variasi dalam peubah Y dapat dijelaskan oleh peubah X melalui regresi  $\hat{Y} = 10,6 + 0,72 X$

#### 5.4 ANALISA RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM ( $\lambda_h$ ) DENGAN

##### SUDUT GESER ( $\phi$ )

##### Model Regresi

Responden	X (Ah)	Y (Φ)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	3,708	15,43	13,75	238,085	57,214
2	3,225	17,90	10,40	320,41	57,727
3	2,794	20,81	7,81	433,056	58,413
4	2,412	24,42	5,82	596,336	58,901
5	2,03	29,51	4,12	870,84	59,905
<b>Jumlah</b>	<b>14,169</b>	<b>108,07</b>	<b>41,9</b>	<b>2458,73</b>	<b>291,89</b>

Nilai koefisien dari model regresi linear adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y) \cdot (\sum X^2) - (\sum X) \cdot (\sum XY)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= 44,89$$

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= -8,21$$

Dengan demikian a dan b diketahui, maka regresi linear sederhana Y atas X berbentuk  $\hat{Y} = 44,89 - 8,21 X$

#### Uji Keberartian Model Regresi

Model regresi yang telah kita bahas perlu kita uji keberartiannya dengan menggunakan analisa varians regresi, untuk mengetahui apakah model regresi dapat diterima atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan F statistik dengan F tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0$ , bahwa koefisien arah regresi tidak



berarti melawan hipotesis tandingan  $H_1$ , bahwa koefisien arah regresi berarti. Dengan kriteria, tolak hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti jika  $F_{\text{statistik}} > F_{\text{tabel}}$ .

Terlebih dahulu dihitung  $JK(T)$ ,  $JK(a)$ ,  $JK(b/a)$ , dan  $JK(S)$  yang selanjutnya dibuat daftar analisis varians (ANAVA).

$$JK(T) = 2458,73$$

$$JK(a) = 2335,82$$

$$JK(b/a) = 117,89$$

$$JK(S) = 5,02$$

Sumber Varians	dk	JK	KT	F
Total	5	108,07		
Koefisien (a)	1	2458,73		
Regresi (b/a)	1	117,89	117,89	70,59
Sisa	3	5,02	1,67	

Daftar ANAVA untuk Regresi  $\hat{Y} = 44,89 - 8,21 X$

Dengan taraf nyata 0,05 maka untuk menguji hipotesis nol dari daftar distribusi F dengan dk pembilang satu dan dk penyebut 3 diperoleh  $F = 10,13$ .

Tampak bahwa hipotesis nol ditolak (karena F dari penelitian lebih besar daripada F tabel). Jadi koefisien arah regresi nyata sifatnya sehingga regresi yang kita peroleh adalah berarti.

#### Uji Koefisien Korelasi

Kadar hubungan antara X dan Y dengan menggunakan statistik yaitu dengan koefisien korelasi ( $r$ ). Koefisien korelasi  $r$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$r^2 = \frac{JK(TD) - JK(S)}{JK(TD)}$$

diperoleh :  $r^2 = 0,96$

$$r = 0,98$$

Untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi dalam Y dapat dijelaskan oleh X melalui regresi Y atas X atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan  $t$  statistik dengan  $t$  tabel ( $5\% ; 1 ; n-2$ ). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0: \rho=0$ , bahwa variasi dalam Y tidak dapat dijelaskan oleh X melawan hipotesis tandingan  $H_1: \rho \neq 0$ , bahwa variasi dalam Y dapat dijelaskan oleh X. Dengan kriteria, tolak  $H_0$  jika  $t$  dari penelitian lebih besar dari  $t$  daftar, dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$|t| = 8,49$$

Untuk taraf nyata  $0,05$  dan  $dk = 3$  dari daftar distribusi  $t$  diperoleh  $t = 2,35$  yang jauh lebih kecil dari  $|t| = 8,49$  yang diperoleh dari penelitian. Ini berarti

$H_0: \rho=0$  ditolak dan disimpulkan bahwa variasi dalam peubah Y dapat dijelaskan oleh peubah X melalui regresi  $\hat{Y} = 44,89 - 8,21 X$ .

### 5.5 ANALISA SUDUT GERAM ( $\gamma_0$ ) DENGAN GAYA POTONG (F)

#### Model Regresi

Responden	X ( $\gamma_0$ )	Y (F)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	6°	278,50	36	77562,25	1671
2	10°	276,84	100	76640,38	2768,40
3	15°	271,39	225	73652,53	4070,85
4	20°	264,96	400	70203,89	5299,2
5	25°	257,54	625	66326,85	6438,5
<b>Jumlah</b>	<b>76</b>	<b>1349,23</b>	<b>1386</b>	<b>364385,81</b>	<b>20247,95</b>

Nilai koefisien dari model regresi linear adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y).(\sum X^2) - (\sum X).(\sum XY)}{n.\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= 286,99$$

$$b = \frac{n.\sum XY - (\sum X).(\sum Y)}{n.\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= - 1,128$$

Dengan demikian a dan b diketahui, maka regresi linear sederhana Y atas X berbentuk

$$\hat{Y} = 286,99 - 1,128 X$$

#### Uji Keberartian Model Regresi

Model regresi yang telah kita bahas perlu kita uji keberartiannya dengan menggunakan analisa varians regresi, untuk mengetahui apakah model regresi dapat diterima atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan F statistik dengan F tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0$ , bahwa koefisien arah regresi tidak berarti melawan hipotesis tandingan  $H_1$ , bahwa koefisien arah regresi berarti. Dengan kriteria, tolak hipotesis nol bahwa koefisien arah regresi tidak berarti jika  $F \text{ statistik} > F \text{ tabel}$ .

Terlebih dahulu dihitung  $JK(T)$ ,  $JK(a)$ ,  $JK(b/a)$ , dan  $JK(S)$  yang selanjutnya dibuat daftar analisis varians (ANAVA).

$$JK(T) = 364385,81$$

$$JK(a) = 364084,32$$

$$JK(b/a) = 293,67$$

$$JK(S) = 7,82$$

Sumber Varians	dK	JK	KT	F
<b>Total</b>	5	364385,81		
<b>Koefisien (a)</b>	1	364084,32		
<b>Regresi (b/a)</b>	1	293,67	293,67	<b>112,52</b>
<b>Sisa</b>	3	7,82	2,61	

Daftar ANAVA untuk Regresi  $\hat{Y} = 286,99 - 1,128 X$

Dengan taraf nyata 0,05 maka untuk menguji hipotesis nol dari daftar distribusi F dengan dK pembilang satu dan dK penyebut 3 diperoleh  $F = 10,13$ .

Tampak bahwa hipotesis nol ditolak (karena F dari penelitian lebih besar daripada F tabel). Jadi koefisien arah regresi nyata sifatnya sehingga regresi yang kita peroleh adalah berarti.

#### Uji Koefisien Korelasi

Kadar hubungan antara X dan Y dengan menggunakan statistik yaitu dengan koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi r dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$r^2 = \frac{JK(TD) - JK(S)}{JK(TD)}$$

diperoleh :  $r^2 = 0,974$

$$r = 0,987$$

Untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi dalam Y dapat dijelaskan oleh X melalui regresi Y atas X atau tidak. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan t statistik dengan t tabel (5% ; 1 ; n-2). Pengujian terhadap hipotesis nol  $H_0: \rho=0$ , bahwa

variasi dalam Y tidak dapat dijelaskan oleh X melawan hipotesis tandingan  $H_1: \rho \neq 0$ , bahwa variasi dalam Y dapat dijelaskan oleh X. Dengan kriteria, tolak  $H_0$  jika  $t$  dari penelitian lebih besar dari  $t$  daftar, dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$|t| = 10,615$$

Untuk taraf nyata 0,05 dan  $dk = 3$  dari daftar distribusi  $t$  diperoleh  $t = 2,35$  yang jauh lebih kecil dari  $|t| = 10,615$  yang diperoleh dari penelitian. Ini berarti  $H_0: \rho=0$  ditolak dan disimpulkan bahwa variasi dalam peubah Y dapat dijelaskan oleh peubah X melalui regresi  $\hat{Y} = 286,99 - 1,128 X$ .

---

## BAB VI

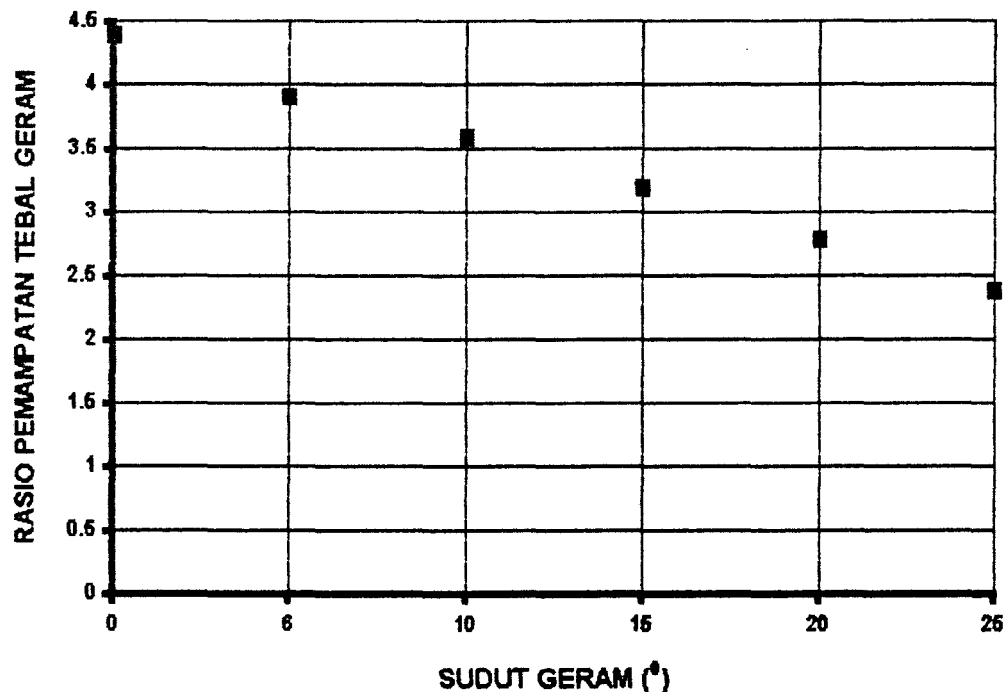
### HUBUNGAN RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM, SUDUT GESER DAN GAYA POTONG

Analisa data percobaan digunakan untuk menganalisa hubungan Rasio pemampatan tebal geram, Sudut geser dan Gaya potong.

#### 6.1 ANALISA GRAFIK PADA RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM

Dari bab sebelumnya diperoleh persamaan antara sudut geram dengan Rasio pemampatan tebal geram  $\hat{Y} = 4,39 - 0,08 X$ . Dimana model persamaan tersebut telah diuji keberartiannya dan korelasi antara X dan Y dapat dipertanggung jawabkan. Maka dibuat grafik hubungan antara X dan Y tersebut.

X	6	10	15	20	25
Y	3,91	3,59	3,19	2,79	2,39



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Rasio Pemampatan Tebal Geram

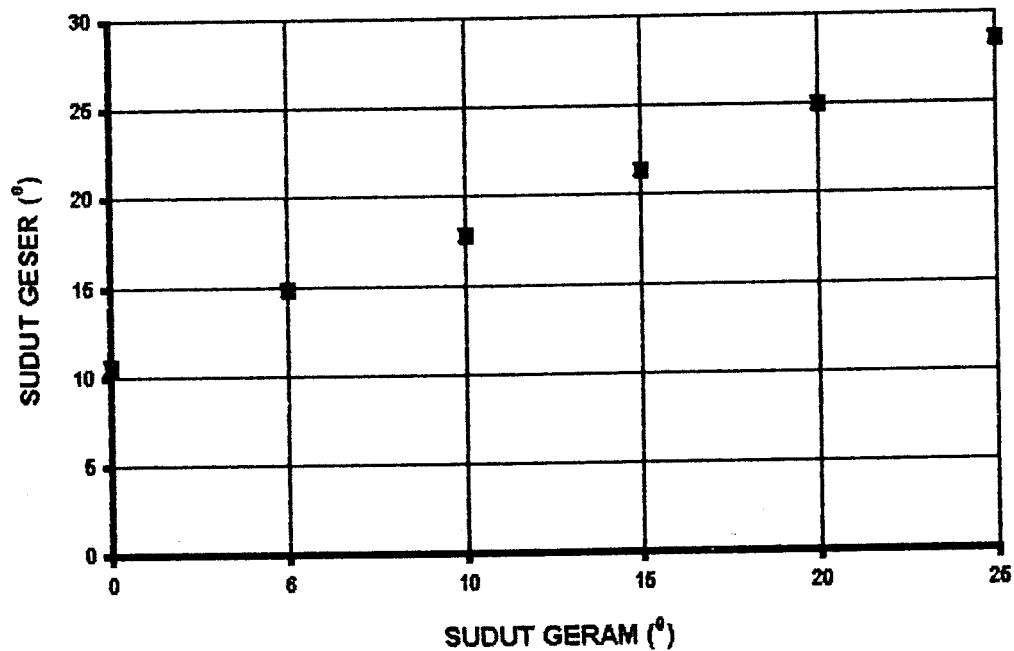
Dari grafik tersebut bahwa nilai X yang semakin besar maka nilai Y akan semakin turun. Ini berarti sudut geram ( $\gamma_0$ ) yang semakin naik mengakibatkan Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda_h$ ) menurun.

## 6.2 ANALISA GRAFIK PADA SUDUT GESER

Dari bab sebelumnya diperoleh juga persamaan antara sudut geram dengan Sudut geser  $Y = 10,6 + 0,72 X$ . Dimana model persamaan telah diuji keberartiannya dan koefisien korelasi antara X dan Y juga dapat dipertanggungjawabkan. Maka dibuat suatu grafik hubungan antara X dan Y tersebut.



X	6	10	15	20	25
Y	14,92	17,80	21,4	25	28,6



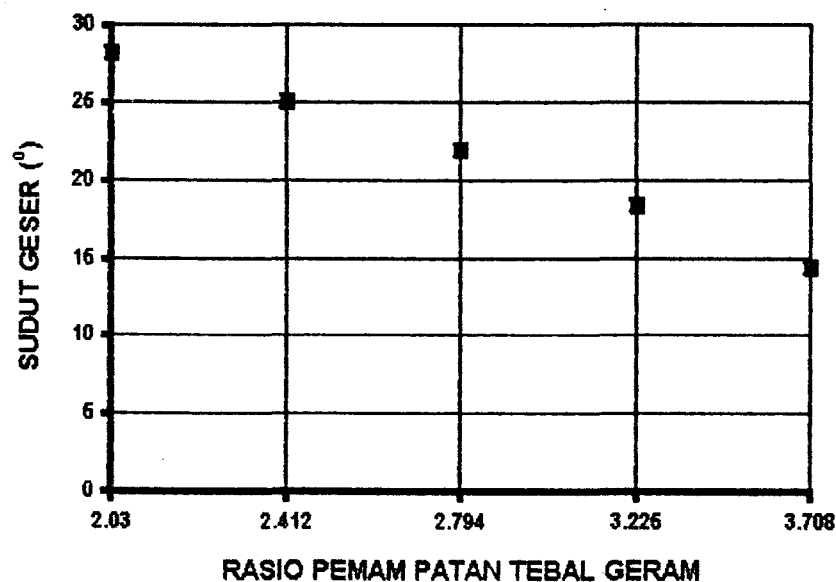
Gambar 6.2 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Sudut Geser

Dari grafik tampak bahwa nilai X yang semakin besar akan mengakibatkan nilai Y yang semakin besar. Ini berarti sudut geram ( $\gamma_0$ ) yang semakin besar mengakibatkan naiknya Sudut geser ( $\phi$ ).

### 6.3 ANALISA GRAFIK RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM TERHADAP SUDUT GESER

Dalam analisa statistik diperoleh persamaan antara Rasio pemampatan tebal geram dengan Sudut geser  $Y = 44,89 - 8,21 X$ . Dimana model persamaa telah diuji keberartiannya dan koefisien korelasi antara X dan Y juga dapat dipertanggungjawabkan. Maka dibuat suatu grafik hubungan antara X dan Y tersebut.

X	3,708	3,225	2,794	2,412	2,03
Y	14,45	18,41	21,95	25,09	28,22



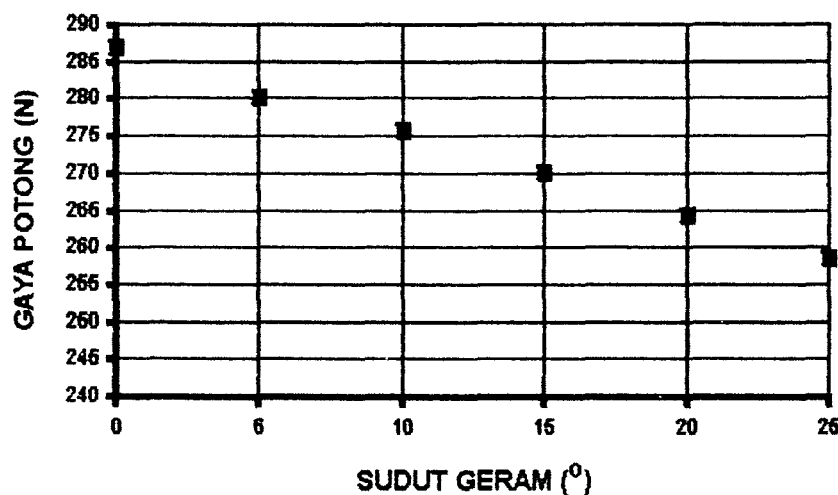
Gambar 6.3 Grafik Hubungan Rasio Pemampatan Tebal Geram dengan Sudut Geser

Dari grafik tersebut bahwa nilai X yang cenderung menurun maka nilai Y akan semakin naik. Hal ini menunjukkan bahwa Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda_h$ ) yang turun akan mengakibatkan Sudut geser ( $\phi$ ) naik.

#### 6.4 ANALISA GRAFIK PADA GAYA POTONG

Setelah model regresi ditentukan dan keberartiannya telah diuji, serta korelasi antara X dan Y dapat dipertanggungjawabkan. Maka dibuat grafik hubungan antara X dan Y tersebut dengan persamaan  $Y = 286,99 - 1,128 X$ .

X	6	10	15	20	25
Y	280,22	275,77	270,07	264,43	258,68



Gambar 6.4 Grafik Hubungan Sudut Geram dengan Gaya Potong

Dari grafik terlihat bahwa nilai X yang semakin besar membuat nilai Y semakin turun. Hal ini berarti bahwa sudut geram ( $\gamma_0$ ) yang semakin besar mengakibatkan Gaya potong (F) semakin menurun.

## BAB VII

### KESIMPULAN

Dari hasil percobaan proses membubut baja St. 42 dengan menggunakan pahat HSS dengan variabel serta kondisi pemotongan sebagai berikut :

$\gamma_o (^{\circ})$	$f$ (mm/rev)	$V$ (m/min)	$a$ (mm)	Kr	$r\epsilon$
6 - 25	0,11	44,6	0,85	90 $^{\circ}$	0,8

Maka dapat diambil kesimpulan bahwa persamaan yang terbentuk berdasarkan analisa statistik untuk masing-masing hubungan adalah sebagai berikut :

- Sudut geram ( $\gamma_o$ ) dengan Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda_h$ ) :

$$\hat{Y} = 4,39 - 0,08 X$$

- Sudut geram ( $\gamma_o$ ) dengan Sudut geser ( $\phi$ ) :

$$\hat{Y} = 10,6 + 0,72 X$$

- Rasio pemampatan tebal geram ( $\lambda_h$ ) dengan Sudut geser ( $\phi$ ) :

$$\hat{Y} = 44,89 - 8,21 X$$

- Sudut geram ( $\gamma_o$ ) dengan Gaya Potong (F) :

$$\hat{Y} = 286,99 - 1,128 X$$

Dari persamaan analisa statistik tersebut dengan data yang diperoleh dari percobaan terlihat bahwa perubahan terhadap Rasio pemampatan tebal geram dipengaruhi atau tergantung terhadap sudut geram. Sudut geram yang naik mengakibatkan Rasio pemampatan tebal geram turun.

Perubahan terhadap Sudut geser berdasarkan analisa yang diperoleh menunjukkan bahwa dipengaruhi oleh sudut geram dan Rasio pemampatan tebal geram. Sudut geram yang naik mengakibatkan naiknya Sudut geser sedangkan Rasio pemampatan tebal geram yang turun juga mengakibatkan naiknya Sudut geser.

Sedangkan Gaya potong perubahannya dipengaruhi oleh perubahan sudut geram yaitu sudut geram yang naik mengakibatkan Gaya potong yang turun.

Maka berdasarkan kesimpulan tersebut Rasio pemampatan tebal geram yang turun mengakibatkan Sudut geser mengalami kenaikan dan akhirnya diperoleh Gaya potong yang kecil. Dengan hasil ini kualitas produk sesuai dengan yang diharapkan.

the 1990s, the number of people in the world who are undernourished has increased from 600 million to 800 million.

There are a number of reasons why the world's population is growing so fast. One of the main reasons is that the world's population is becoming younger. In 1990, the world's population was 5.3 billion. By 2000, it was 6.1 billion. By 2010, it is expected to be 6.9 billion.

Another reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more urban. In 1990, 54% of the world's population lived in urban areas. By 2000, it was 61%. By 2010, it is expected to be 68%.

A third reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more educated. In 1990, 54% of the world's population was illiterate. By 2000, it was 41%. By 2010, it is expected to be 28%.

There are a number of reasons why the world's population is growing so fast. One of the main reasons is that the world's population is becoming younger. In 1990, the world's population was 5.3 billion. By 2000, it was 6.1 billion. By 2010, it is expected to be 6.9 billion.

Another reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more urban. In 1990, 54% of the world's population lived in urban areas. By 2000, it was 61%. By 2010, it is expected to be 68%.

A third reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more educated. In 1990, 54% of the world's population was illiterate. By 2000, it was 41%. By 2010, it is expected to be 28%.

There are a number of reasons why the world's population is growing so fast. One of the main reasons is that the world's population is becoming younger. In 1990, the world's population was 5.3 billion. By 2000, it was 6.1 billion. By 2010, it is expected to be 6.9 billion.

Another reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more urban. In 1990, 54% of the world's population lived in urban areas. By 2000, it was 61%. By 2010, it is expected to be 68%.

A third reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more educated. In 1990, 54% of the world's population was illiterate. By 2000, it was 41%. By 2010, it is expected to be 28%.

There are a number of reasons why the world's population is growing so fast. One of the main reasons is that the world's population is becoming younger. In 1990, the world's population was 5.3 billion. By 2000, it was 6.1 billion. By 2010, it is expected to be 6.9 billion.

Another reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more urban. In 1990, 54% of the world's population lived in urban areas. By 2000, it was 61%. By 2010, it is expected to be 68%.

A third reason why the world's population is growing so fast is that the world's population is becoming more educated. In 1990, 54% of the world's population was illiterate. By 2000, it was 41%. By 2010, it is expected to be 28%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Boothroyd G, Fundamental of Metal Machining and Machine Tool, Mc. Graw Hill Company, New York, 1975.
2. William Volk, Applied Statistics for Engineers, Mc. Graw Hill Company, New York, 1969.
3. Prof. Dr. Sudjana, MA, Msc, Teknik Analisis Regresi dan Korelasi, Tarsito, Bandung, 1992.
4. Rochim Taufic, Teori dan Teknologi Proses Permesinan, Lab. Teknik Produksi dan Teknik Metrologi FTI-Mesin ITB, 1955.



## LAMPIRAN - 1

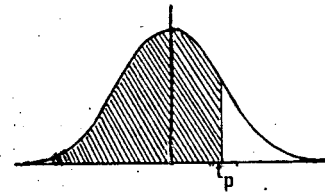
Tabel Konversi Kekerasan Benda Kerja

Vickers ( $F \geq 98 \text{ N}$ ) HV	Brinell <sup>1)</sup> ( $0,102 \cdot F/D^2 = 30$ ) HB	Zugfestigkeit Tensile strength Résistance à la traction $\text{N/mm}^2$	Rockwell						
			HRB	HRC	HRA	HRD <sup>2)</sup>	HR 15 N	HR 30 N	HR 45 N
20	76,0	255							
25	80,7	270	41,0						
90	85,5	285	43,0						
95	90,2	305	52,0						
100	95,0	320	56,2						
105	99,5	335							
110	105	350	62,3						
115	109	370							
120	114	385	66,7						
125	119	400							
130	124	415	71,2						
135	128	430							
140	133	450	75,0						
145	138	465							
150	143	480	78,7						
155	147	495							
160	152	510	81,7						
165	156	530							
170	162	545	85,0						
175	166	560							
180	171	575	87,1						
185	176	595							
190	181	610	89,5						
195	185	625							
200	190	640	91,5						
205	195	660	92,5						
210	199	675	93,5						
215	204	690	94,0						
220	209	705	95,0						
225	214	720	96,0						
230	219	740	96,7						
235	223	755							
240	228	770	93,1	20,3	60,7	40,3	69,6	41,7	19,9
245	233	785		21,3	61,2	41,1	70,1	42,5	21,1
250	238	800	99,5	22,2	61,6	41,7	70,6	43,4	22,2
255	242	820		23,1	62,0	42,2	71,1	44,2	23,2
260	247	835	(101)	24,0	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3
265	252	850		24,8	62,7	43,7	72,1	45,7	25,2
270	257	865	(102)	25,6	63,1	44,3	72,6	46,4	26,2
275	261	880		26,4	63,5	44,9	73,0	47,2	27,1
280	266	900	(104)	27,1	63,8	45,3	73,4	47,8	27,9
285	271	915		27,8	64,2	45,0	73,8	48,4	28,7
290	276	930	(105)	28,5	64,5	45,5	74,2	49,0	29,5
295	280	950		29,2	64,0	47,1	74,6	49,7	30,4
300	285	955		29,8	65,2	47,5	74,9	50,2	31,1
310	295	985		31,0	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5
320	304	1030		32,2	66,4	49,4	76,2	52,3	33,9
330	314	1060		33,3	67,0	50,2	76,8	53,6	35,2
340	323	1095		34,4	67,6	51,1	77,4	54,4	36,5
350	333	1125		35,5	68,1	51,9	78,0	55,4	37,8
360	342	1155		36,6	68,7	52,8	78,6	56,4	39,1
370	352	1190		37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4
380	361	1220		38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7
390	371	1255		39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9
400	380	1290		40,8	70,8	56,0	80,8	60,2	44,1
410	390	1320		41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3
420	399	1350		42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4
430	409	1385		43,6	72,3	58,2	82,3	62,7	47,4
440	418	1420		44,5	72,0	58,8	82,8	63,5	48,4
450	428	1455		45,3	73,3	59,4	83,2	64,3	49,4
460	437	1485		46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4
470	447	1520		46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3
480	(456)	1555		47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2
490	(466)	1595		48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1

## DAFTAR B

Nilai Persentil

Untuk Distribusi t

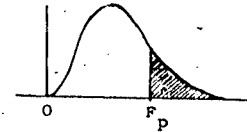
 $\nu = dk$ (Bilangan Dalam Badan Daftar Menyatakan  $t_p$ )

$\nu$	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,75	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
$\infty$	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,534	0,253	0,126

Sumber: Metoda Statistika, DR.Sudjana, M.A.,M.Sc., Tarsito, Bandung, 1982

## DAFTAR D

Nilai Persentil Untuk Distribusi F  
(Bilangan Dalam Badan Daftar Menyatakan  $F_p$ ;  
Baris Atas Untuk  $p = 0,05$  dan  
Baris Bawah Untuk  $p = 0,01$ )



$\gamma_2 = dk$ penyebut	$\gamma_1 = dk$ p e n											b i l a n g															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$			
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5767	234 5859	237 5928	239 5981	241 6022	242 6056	243 6082	244 6106	245 6142	246 6169	248 6208	249 6234	250 6258	252 6286	253 6302	253 6323	253 6334	254 6352	254 6361	254 6366			
2	18,51 98,49	19,00 99,01	19,16 99,17	19,25 99,25	19,30 99,30	19,33 99,33	19,36 99,34	19,37 99,36	19,38 99,38	19,39 99,40	19,40 99,41	19,41 99,42	19,42 99,43	19,43 99,44	19,44 99,45	19,45 99,46	19,46 99,47	19,47 99,48	19,47 99,48	19,48 99,49	19,49 99,49	19,49 99,50	19,50 99,50	19,50 99,50			
3	10,13 34,12	9,55 30,81	9,26 29,46	9,12 28,71	9,01 28,24	8,94 27,91	8,88 27,67	8,84 27,49	8,81 27,34	8,78 27,23	8,76 27,13	8,74 27,05	8,71 26,92	8,69 26,83	8,66 26,69	8,64 26,60	8,62 26,50	8,60 26,41	8,58 26,30	8,57 26,27	8,56 26,23	8,54 26,18	8,54 26,14	8,53 26,12			
4	7,71 21,20	6,94 18,00	6,59 16,69	6,39 15,98	6,26 15,52	6,16 15,21	6,09 14,98	6,04 14,80	6,00 14,66	5,96 14,54	5,93 14,45	5,91 14,37	5,87 14,24	5,84 14,15	5,80 14,02	5,77 13,93	5,74 13,83	5,71 13,74	5,70 13,69	5,68 13,61	5,66 13,57	5,65 13,52	5,64 13,48	5,63 13,46			
5	6,61 16,26	5,79 13,27	5,41 12,06	5,19 11,39	5,05 10,97	4,95 10,67	4,88 10,45	4,82 10,27	4,78 10,15	4,74 10,05	4,70 9,96	4,68 9,89	4,64 9,77	4,60 9,68	4,56 9,55	4,53 9,47	4,50 9,38	4,46 9,29	4,44 9,24	4,42 9,17	4,40 9,13	4,38 9,07	4,37 9,04	4,36 9,02			
6	5,99 13,74	5,14 10,92	4,76 9,78	4,53 9,15	4,39 8,75	4,28 8,47	4,21 8,26	4,15 8,10	4,10 7,98	4,06 7,87	4,03 7,79	4,00 7,72	3,96 7,60	3,92 7,52	3,87 7,39	3,84 7,31	3,81 7,23	3,77 7,14	3,75 7,09	3,72 7,02	3,71 6,99	3,69 6,94	3,68 6,90	3,67 6,88			
7	5,59 12,25	4,74 9,55	4,35 8,45	4,12 7,85	3,97 7,46	3,87 7,19	3,79 7,00	3,73 6,84	3,68 6,71	3,63 6,62	3,60 6,54	3,57 6,47	3,52 6,35	3,49 6,27	3,44 6,15	3,41 6,07	3,38 5,98	3,34 5,90	3,32 5,85	3,29 5,78	3,28 5,75	3,25 5,70	3,24 5,67	3,23 5,65			
8	5,32 11,26	4,46 8,65	4,07 7,59	3,84 7,01	3,69 6,63	3,58 6,37	3,50 6,19	3,44 6,03	3,39 5,91	3,34 5,82	3,31 5,74	3,28 5,67	3,23 5,56	3,20 5,48	3,15 5,36	3,12 5,28	3,08 5,20	3,05 5,11	3,03 5,06	3,00 5,00	2,98 4,96	2,96 4,91	2,94 4,88	2,93 4,86			
9	5,12 10,56	4,26 8,02	3,86 6,99	3,63 6,42	3,48 6,06	3,37 5,80	3,29 5,62	3,23 5,47	3,18 5,35	3,13 5,26	3,10 5,18	3,07 5,11	3,02 5,00	2,98 4,92	2,93 4,80	2,90 4,73	2,86 4,64	2,82 4,56	2,80 4,51	2,77 4,45	2,76 4,41	2,73 4,36	2,72 4,33	2,71 4,31			
10	4,96 10,04	4,10 7,56	3,71 6,55	3,48 5,99	3,33 5,64	3,22 5,39	3,14 5,21	3,07 5,06	3,02 4,95	2,97 4,85	2,94 4,78	2,91 4,71	2,86 4,60	2,82 4,52	2,77 4,41	2,74 4,33	2,70 4,25	2,67 4,17	2,64 4,12	2,61 4,05	2,59 4,01	2,56 3,96	2,55 3,93	2,54 3,91			
11	4,84 9,65	3,98 7,20	3,59 6,22	3,36 5,67	3,20 5,32	3,09 5,07	3,01 4,88	2,95 4,74	2,90 4,63	2,86 4,54	2,82 4,46	2,79 4,40	2,74 4,29	2,70 4,21	2,65 4,10	2,61 4,02	2,57 3,94	2,53 3,86	2,50 3,80	2,47 3,74	2,45 3,70	2,42 3,66	2,41 3,62	2,40 3,60			
12	4,75 9,33	3,88 6,93	3,49 5,95	3,26 5,41	3,11 5,06	3,00 4,82	2,92 4,65	2,85 4,50	2,80 4,39	2,76 4,30	2,72 4,22	2,69 4,16	2,64 4,05	2,60 3,98	2,54 3,86	2,50 3,78	2,46 3,70	2,42 3,61	2,40 3,56	2,36 3,49	2,35 3,46	2,32 3,41	2,31 3,38	2,30 3,36			
13	4,67 9,07	3,80 6,70	3,41 5,74	3,18 5,20	3,02 4,86	2,92 4,62	2,84 4,44	2,77 4,30	2,72 4,19	2,67 4,10	2,63 4,02	2,60 3,96	2,55 3,85	2,51 3,78	2,46 3,67	2,42 3,59	2,38 3,51	2,34 3,42	2,32 3,37	2,28 3,30	2,26 3,27	2,24 3,21	2,22 3,18	2,21 3,16			
14	4,60 8,86	3,74 6,51	3,34 5,56	3,11 5,03	2,96 4,69	2,85 4,46	2,77 4,28	2,70 4,14	2,65 4,03	2,60 3,94	2,56 3,86	2,53 3,80	2,48 3,70	2,44 3,62	2,39 3,51	2,35 3,43	2,31 3,34	2,27 3,26	2,24 3,21	2,21 3,14	2,19 3,11	2,16 3,06	2,14 3,02	2,13 3,00			
15	5,54 8,68	3,68 6,36	3,29 5,42	3,06 4,89	2,90 4,56	2,79 4,32	2,70 4,14	2,64 4,00	2,59 3,89	2,55 3,80	2,51 3,73	2,48 3,67	2,43 3,56	2,39 3,48	2,33 3,36	2,29 3,29	2,25 3,20	2,21 3,12	2,18 3,07	2,15 3,00	2,12 2,97	2,10 2,92	2,08 2,89	2,07 2,87			
16	4,49 8,53	3,63 6,23	3,24 5,29	3,01 4,77	2,85 4,44	2,74 4,20	2,66 4,03	2,59 3,89	2,54 3,78	2,49 3,69	2,45 3,61	2,42 3,55	2,37 3,45	2,33 3,37	2,28 3,25	2,24 3,18	2,20 3,10	2,16 3,01	2,13 2,96	2,09 2,89	2,07 2,86	2,04 2,80	2,02 2,77	2,01 2,75			
17	4,45 8,40	3,59 6,11	3,20 5,18	2,96 4,67	2,81 4,34	2,70 4,10	2,62 3,93	2,55 3,79	2,50 3,68	2,45 3,59	2,41 3,52	2,36 3,45	2,33 3,35	2,29 3,27	2,23 3,16	2,19 3,08	2,15 3,00	2,11 2,92	2,08 2,86	2,04 2,79	2,02 2,76	1,99 2,70	1,97 2,67	1,96 2,65			
18	4,41 8,28	3,55 6,01	3,16 5,09	2,93 4,53	2,77 4,25	2,66 4,01	2,58 3,85	2,51 3,71	2,46 3,60	2,41 3,51	2,37 3,44	2,34 3,37	2,29 3,27	2,25 3,19	2,19 3,07	2,15 3,00	2,11 2,91	2,07 2,83	2,04 2,78	2,00 2,71	1,98 2,68	1,95 2,62	1,93 2,59	1,92 2,57			
19	4,38 8,18	3,52 5,93	3,13 5,01	2,90 4,50	2,74 4,17	2,63 3,94	2,55 3,77	2,48 3,63	2,43 3,52	2,38 3,43	2,34 3,34	2,31 3,30	2,26 3,19	2,21 3,12	2,15 3,00	2,11 2,92	2,07 2,84	2,02 2,76	2,00 2,70	1,96 2,63	1,94 2,60	1,91 2,54	1,90 2,51	1,88 2,49			
20	4,35 8,10	3,49 5,85	3,10 4,94	2,87 4,43	2,71 4,10	2,60 3,87	2,52 3,71	2,45 3,56	2,40 3,45	2,35 3,37	2,31 3,30	2,28 3,23	2,23 3,13	2,18 3,05	2,12 2,94	2,08 2,86	2,04 2,77	1,99 2,69	1,96 2,63	1,92 2,56	1,90 2,53	1,87 2,47	1,85 2,44	1,84 2,42			
21	4,32 8,02	3,47 5,78	3,07 4,87	2,84 4,37	2,68 4,04	2,57 3,81	2,49 3,65	2,42 3,51	2,37 3,40	2,32 3,31	2,28 3,24	2,25 3,17	2,20 3,07	2,15 2,99	2,09 2,88	2,05 2,80	2,00 2,72	1,96 2,63	1,93 2,58	1,89 2,51	1,87 2,47	1,84 2,42	1,82 2,38	1,81 2,36			

# LAMPIRAN - 4

Faktor koreksi  $C_Y$

$\gamma_o$	$C_Y$	$\gamma_o$	$C_Y$
$15^\circ$	0,91	$0^\circ$	1.06
$10^\circ$	0,96	$-6^\circ$	1.12
$6^\circ$	1.0		

Faktor koreksi  $C_{VB}$

VB	$C_{VB}$	VB	$C_{VB}$	VB	$C_{VB}$	VB	$C_{VB}$
0,1	1.04	0,3	1.12	0,5	1.20	0,7	1.28
0,2	1.08	0,4	1.16	0,6	1.24	0,8	1.32

Faktor koreksi  $C_v$

$v$ ; m/min	$C_v$	Digunakan bagi sejenis pahat tertentu dalam pemotongan baja
30 s/d 50	1.11	} bagi pahat Karbida bagi pahat keramik
50 s/d 100	1.06	
100 s/d 200	1.0	
didas 200	0,94	